

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-013671

(43)Date of publication of application : 14.01.2000

(51)Int.Cl.	H04N 5/232
	G03B 5/00

(21)Application number : 10-178751

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 25.06.1998

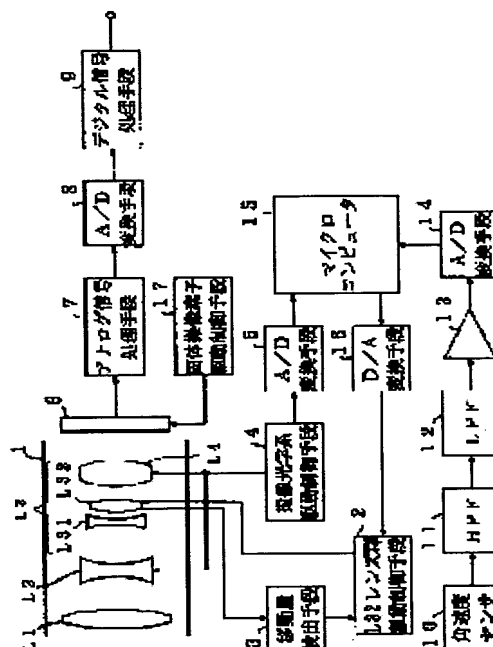
(72)Inventor : KUSAKA HIROYA

(54) IMAGE MOTION CORRECTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the increase of the phase delay of whole system caused by the load of a mechanism part when the shift of a lens for correction is small in an image pickup device that has a deflection correction optical system.

SOLUTION: A microcomputer 15 obtains a focal distance of an image pickup optical system 1 through an image pickup optical system drive controlling means 4 and sets an initial value of a parameter of internal signal processing. When an image pickup device is shaken by blurring, an angular velocity sensor 10 detects angular velocity of a housing and angular velocity in a two-axis direction is inputted to the microcomputer 15 through an HPF 11, an LPF 12 and an A/D converting means 14. The microcomputer 15 changes a phase characteristic of a control system and compensates phase delay due to a load effect of a mechanism part which is generated when lens shift is small.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3575989

[Date of registration] 16.07.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-13671
(P2000-13671A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 N 5/232		H 0 4 N 5/232	Z 5 C 0 2 2
G 0 3 B 5/00		G 0 3 B 5/00	G
			J

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平10-178751

(22) 出願日 平成10年6月25日 (1998.6.25)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 日下 博也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100084364

弁理士 岡本 宜喜

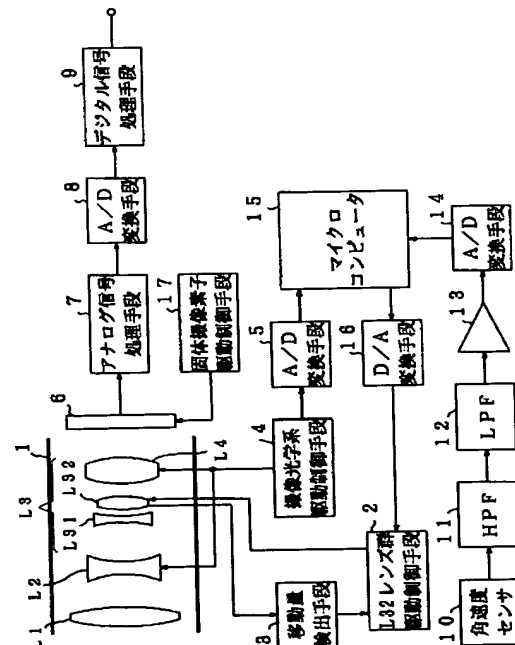
Fターム (参考) 5C022 AA11 AB43 AB55 AB68 AC42
AC54 AC69 AC74 AC79

(54) 【発明の名称】 画像動き補正装置

(57) 【要約】

【課題】 振れ補正光学系を有する撮像装置においては、補正用レンズの移動量が小さい場合には、機構部の負荷の影響による系全体の位相遅れが増大するので、この位相遅れを少なくすること。

【解決手段】 マイクロコンピュータ15は、撮像光学系1の焦点距離を撮像光学系駆動制御手段4を介して入手し、内部信号処理のパラメータの初期値を設定する。撮像装置が手振れにより振動すると、角速度センサ10により筐体の角速度が検出され、HPF11、LPF12、A/D変換手段14を介して2軸方向の角速度がマイクロコンピュータ15に入力される。マイクロコンピュータ15は制御系の位相特性を変更し、レンズ移動量が小さい場合に生じる機構部の負荷の影響による位相遅れを補償する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段と、

前記撮像装置に設けられ、少なくとも変倍部又は焦点調節部を含む複数のレンズ群を有し、被写体を撮像面に結像する撮像光学系と、

前記撮像光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、

撮像装置の動きに起因して発生する撮影画像の動きを補正するため前記撮像光学系に配置され、撮像光の光軸を制御する動き補正手段と、

前記動き検出手段の出力に基づき前記動き補正手段に対して制御信号を発生する制御信号発生手段と、を具備し、

前記制御信号発生手段は、

前記動き検出手段の出力に含まれる低周波成分を除去する高域通過フィルタ処理を有し、前記焦点距離検出手段で検出された焦点距離に基づき、前記高域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を変えることで前記制御信号発生手段の応答特性を変化させることを特徴とする画像動き補正装置。

【請求項 2】 前記制御信号発生手段は、

前記焦点距離が長いほど前記高域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を高く設定し、前記焦点距離が短いほど前記高域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を低く設定することを特徴とする請求項 1 記載の画像動き補正装置。

【請求項 3】 手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段と、

前記撮像装置に設けられ、少なくとも変倍部又は焦点調節部を含む複数のレンズ群を有し、被写体を撮像面に結像する撮像光学系と、

前記撮像光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、

撮像装置の動きに起因して発生する撮影画像の動きを補正するため前記撮像光学系に配置され、撮像光の光軸を制御する動き補正手段と、

前記動き検出手段の出力に基づき前記動き補正手段に対して制御信号を発生する制御信号発生手段と、を具備し、

前記制御信号発生手段は、

前記動き検出手段の出力に含まれる高周波成分を除去する低域通過フィルタ処理を有し、前記焦点距離検出手段で検出された焦点距離に基づき、前記低域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を変えることで前記制御信号発生手段の応答特性を変化させることを特徴とする画像動き補正装置。

【請求項 4】 前記制御信号発生手段は、

前記焦点距離が長いほど前記低域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を高く設定し、前記焦点距離が短いほど

前記低域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を低く設定することを特徴とする請求項 3 記載の画像動き補正装置。

【請求項 5】 手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段と、

前記撮像装置に設けられ、少なくとも変倍部又は焦点調節部を含む複数のレンズ群を有し、被写体を撮像面に結像する撮像光学系と、

前記撮像光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、

撮像装置の動きに起因して発生する撮影画像の動きを補正するため前記撮像光学系に配置され、撮像光の光軸を制御する動き補正手段と、

前記動き検出手段の出力に基づき前記動き補正手段に対して制御信号を発生する制御信号発生手段と、を具備し、

前記制御信号発生手段は、

前記動き検出手段の出力を積分する積分処理を有し、前記焦点距離検出手段で検出された焦点距離に基づき、前記積分処理の時定数を変えることで前記制御信号発生手段の応答特性を変化させることを特徴とする画像動き補正装置。

【請求項 6】 前記制御信号発生手段は、

前記焦点距離が短いほど前記積分処理の時定数を小さく設定し、前記焦点距離が長いほど前記積分処理の時定数を大きく設定することを特徴とする請求項 5 記載の画像動き補正装置。

【請求項 7】 手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段と、

前記撮像装置に設けられ、少なくとも変倍部又は焦点調節部を含む複数のレンズ群を有し、被写体を撮像面に結像する撮像光学系と、

前記撮像光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、

撮像装置の動きに起因して発生する撮影画像の動きを補正するため前記撮像光学系に配置され、撮像光の光軸を制御する動き補正手段と、

前記動き検出手段の出力に基づき前記動き補正手段に対して制御信号を発生する制御信号発生手段と、を具備し、

前記制御信号発生手段は、

前記動き検出手段の出力の位相遅れを補償する位相補償フィルタ処理を有し、前記焦点距離検出手段で検出された焦点距離に基づき、前記位相補償フィルタ処理の位相特性を変えることで前記制御信号発生手段の応答特性を変化させることを特徴とする画像動き補正装置。

【請求項 8】 前記制御信号発生手段は、

前記焦点距離が短いほど前記位相補償フィルタ処理により位相を進ませる周波数域を低く設定し、前記焦点距離が長いほど前記位相補償フィルタ処理により位相を進ま

せる周波数域を高く設定することを特徴とする請求項 7 記載の画像動き補正装置。

【請求項 9】 手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段と、前記撮像装置に設けられ、少なくとも変倍部又は焦点調節部を含む複数のレンズ群を有し、被写体を撮像面に結像する撮像光学系と、前記撮像光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、撮像装置の動きに起因して発生する撮影画像の動きを補正するため前記撮像光学系に配置され、撮像光の光軸を制御する動き補正手段と、前記動き検出手段により得られた撮像装置の動きに関する信号をデジタル信号に変換する A/D 変換手段と、前記 A/D 変換手段により変換された前記撮像装置の動き信号に基づき、前記動き補正手段に対して制御信号を発生する制御信号発生手段と、を具備し、前記制御信号発生手段は、前記焦点距離検出手段で検出された焦点距離に応じて前記 A/D 変換手段の変換周期を制御すると共に、前記制

御信号を生成する周期を可変とすることを特徴とする画像動き補正装置。

【請求項 10】 前記制御信号発生手段は、前記焦点距離が短いほど前記 A/D 変換手段の変換周期及び前記制御信号の生成周期を短く設定し、前記焦点距離が長いほど前記 A/D 変換手段の変換周期及び前記制御信号の生成周期を長く設定することを特徴とする請求項 9 記載の画像動き補正装置。

【請求項 11】 前記動き補正手段は、可変傾角プリズムであることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項記載の画像動き補正装置。

【請求項 12】 前記動き補正手段は、撮像光学系の光軸に対し直交する 2 方向に少なくとも 1 つのレンズを偏芯させるように駆動するものであることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項記載の画像動き補正装置。

【請求項 13】 前記動き補正手段は、前記撮像光学系の光軸に対し直交する 2 軸を中心に少なくとも 1 つのレンズを回転駆動するものであることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項記載の画像動き補正装置。

【請求項 14】 前記動き検出手段は、前記撮像装置自体の角速度を検出する角速度センサであることを特徴とする請求項 1～13 のいずれか 1 項記載の画像動き補正装置。

【請求項 15】 前記動き検出手段は、撮影画像から画像の動きベクトルを検出する動きベクトル検出手段であることを特徴とする請求項 1～13 のいずれか 1 項記載の画像動き補正装置。

【請求項 16】 前記制御信号発生手段は、

所定のプログラムにより一連の信号処理を実行するマイクロコンピュータであることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項記載の画像動き補正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、撮像装置の手振れ補正を行う画像動き補正装置に関し、特に撮像光学系の焦点距離に係わらず安定な手振れ補正を行うものである。

【0002】

【従来の技術】近年、民生用ビデオカメラ（以下、ビデオムービー又は撮像装置という）の小型化、軽量化、光学ズームの高倍率化が進み、その使い勝手が格段に向上した。このため、一般使用者にとってビデオムービーはごく普通の機器の一つとなっている。しかしその反面、小型化、軽量化、光学ズームの高倍率化は、撮影に習熟していないビデオムービーの使用者にとっては、撮影時に手振れが生じると、画面が安定しなくなるという原因になっていた。よって、このようなトラブルを少なくするため、画像動き補正装置を搭載するビデオムービーが多く開発され、既に商品化されている。

【0003】撮像装置の画像動き補正装置としては、例えば特開平 5-66450 号公報では、変倍光学群又は焦点調節群を有する結像光学系に対して、その光軸を偏芯又は傾動させる補正光学機構を設けたものが提案がなされている。この補正光学機構では、図 16 に示すような第 1～第 4 のレンズ群 211～214 からなる結像光学系において、その一部のレンズを例えば図 17 に示すようなスライド軸 215、216 を介して光軸に垂直な上下左右方向に移動可能にする機構が組み込まれている。そしてコイルとマグネットによる電磁アクチュエータを駆動することにより、結像光学系の光軸を偏芯させたり、傾動させている。

【0004】このような従来例の構成では、撮影時の手振れに応じて電磁アクチュエータを駆動し、スライド軸 215、216 をガイドとしてスライド部分を移動させる。こうすると、撮像装置の手振れによる画像の乱れを補正することができる。更に上記の補正光学機構では、結像光学系の振れ角変位 θ 、補正光学系の変位量 dL 、及び像移動量（変位量） dIM の関係が説明されている。これによると、撮像光学系の焦点距離を f とし、撮影倍率を β とすると、結像光学系が前側主点を中心に θ [rad] の角度振れを生じたときの像移動量を dIM とすると、 dIM は次の (1) 式のようになる。

$$dIM = f(1 + \beta) \cdot \theta \quad \dots (1)$$

一方、補正光学系の変位量 dL に対する像の変位量 dIM の比を偏芯敏感度 Sd と呼ぶと、 dIM は次の (2) 式で表現できる。

$$dIM = Sd \cdot dL \quad \dots (2)$$

そして偏芯敏感度 Sd は焦点距離 f と撮影倍率 β の関数

5

なので、 S_d を次の(3)式で表現する。

$$S_d = S_d(f, \beta) \quad \dots (3)$$

$$\theta = \{S_d(f, \beta) \cdot dL\} / \{f \cdot (1 + \beta)\} \quad \dots (4)$$

【0005】(4)式において、ズーミング又はフォーカシングにより「 f 」、「 $(1 + \beta)$ 」、「 $S_d(f, \beta)$ 」の値は変化する。一般にズーミングによる $S_d(f, \beta)$ の変化は、焦点距離 f の変化率より小さいため、振れ補正範囲がテレ端(望遠端)よりワイド端(広角端)で大きくなる。

【0006】そのために、補正光学系のレンズの移動量が一定でも、結像光学系の焦点距離に応じて振れ補正可能角度が変わる。例えば望遠側に対し、広角側の方が振れ補正可能角度が大きくなる。また焦点距離により像振れ補正範囲を制限し、広角側での補正範囲が大きくなりすぎないようにしたり、振れ補正範囲が収差の大きな部分までも含まないような工夫がなされている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例においては以下のような問題点が存在する。即ち、撮影時の手振れによる撮像装置の振れ角は、撮像光学系の焦点距離によらないため、振れ補正に必要な補正角度も撮像光学系の焦点距離に関わらず、その必要補正角度はほぼ一定となる。そこで、撮像光学系の焦点距離に応じて振れ補正可能角度が変わるということは、撮像光学系の広角端から望遠端までのすべてのズーム倍率範囲内で同等程度の補正角度を保とうとした場合、振れ補正用レンズ移動量を焦点距離に応じて変化させる必要があり、その移動量は広角端ほど小さくしなければならない。言い換えれば、広角端ではレンズを小さな振幅で移動させることが必要となる。

【0008】広角端近傍ではレンズ移動量が望遠端に比べ小さくなるため、上記の例のようにレンズ移動をスライド軸上で行う場合、スライド軸と軸受との摺動負荷や、アクチュエータに電力を供給するための配線による配線負荷の影響を受けやすくなる。このような負荷の影響の増大は、機構部の動作特性を悪化させる方向に働く。よって上記の例のような構成においては、機構部の動作特性の悪化から、焦点距離が短い広角端近傍で振れ補正性能が劣化する恐れがあった。

【0009】本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであって、振れ補正のためのレンズ移動量が撮像光学系の焦点距離に依存し、且つその焦点距離が短いほどレンズ移動量が小さくなるような振れ補正光学系を有する振れ補正装置において、レンズ移動量が小さい場合でも、精度よく振れ補正を行うことができる画像動き補正装置を実現することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために本願の請求項1の発明は、手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段と、

6

* (1)式～(3)式を用いて振れ角変位 θ を表すと、次の(4)式ようになる。

前記撮像装置に設けられ、少なくとも変倍部又は焦点調節部を含む複数のレンズ群を有し、被写体を撮像面に結像する撮像光学系と、前記撮像光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、撮像装置の動きに起因して発生する撮影画像の動きを補正するため前記撮像光学系に配置され、撮像光の光軸を制御する動き補正手段と、前記動き検出手段の出力に基づき前記動き補正手段に対して制御信号を発生する制御信号発生手段と、を具備し、前記制御信号発生手段は、前記動き検出手段の出力に含まれる低周波成分を除去する高域通過フィルタ処理を有し、前記焦点距離検出手段で検出された焦点距離に基づき、前記高域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を変えることで前記制御信号発生手段の応答特性を変化させることを特徴とするものである。

【0011】本願の請求項2の発明は、請求項1の画像動き補正装置において、前記制御信号発生手段は、前記焦点距離が長いほど前記高域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を高く設定し、前記焦点距離が短いほど前記高域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を低く設定することを特徴とするものである。

【0012】本願の請求項3の発明は、手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段と、前記撮像装置に設けられ、少なくとも変倍部又は焦点調節部を含む複数のレンズ群を有し、被写体を撮像面に結像する撮像光学系と、前記撮像光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、撮像装置の動きに起因して発生する撮影画像の動きを補正するため前記撮像光学系に配置され、撮像光の光軸を制御する動き補正手段と、前記動き検出手段の出力に基づき前記動き補正手段に対して制御信号を発生する制御信号発生手段と、を具備し、前記制御信号発生手段は、前記動き検出手段の出力に含まれる高周波成分を除去する低域通過フィルタ処理を有し、前記焦点距離検出手段で検出された焦点距離に基づき、前記低域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を変えることで前記制御信号発生手段の応答特性を変化させることを特徴とするものである。

【0013】本願の請求項4の発明は、請求項3の画像動き補正装置において、前記制御信号発生手段は、前記焦点距離が長いほど前記低域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を高く設定し、前記焦点距離が短いほど前記低域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を低く設定することを特徴とするものである。

【0014】本願の請求項5の発明は、手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段と、前記撮像装置に設けられ、少なくとも変倍部又は焦点調節部を含む複数のレンズ群を有し、被写体を撮像面に結像する撮像光学系と、前記撮像光学系の焦点距離を

検出する焦点距離検出手段と、撮像装置の動きに起因して発生する撮影画像の動きを補正するため前記撮像光学系に配置され、撮像光の光軸を制御する動き補正手段と、前記動き検出手段の出力に基づき前記動き補正手段に対して制御信号を発生する制御信号発生手段と、を具備し、前記制御信号発生手段は、前記動き検出手段の出力を積分する積分処理を有し、前記焦点距離検出手段で検出された焦点距離に基づき、前記積分処理の時定数を変えることで前記制御信号発生手段の応答特性を変化させることを特徴とするものである。

【0015】本願の請求項6の発明は、請求項5の画像動き補正装置において、前記制御信号発生手段は、前記焦点距離が短いほど前記積分処理の時定数を小さく設定し、前記焦点距離が長いほど前記積分処理の時定数を大きく設定することを特徴とするものである。

【0016】本願の請求項7の発明は、手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段と、前記撮像装置に設けられ、少なくとも変倍部又は焦点調節部を含む複数のレンズ群を有し、被写体を撮像面に結像する撮像光学系と、前記撮像光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、撮像装置の動きに起因して発生する撮影画像の動きを補正するため前記撮像光学系に配置され、撮像光の光軸を制御する動き補正手段と、前記動き検出手段の出力に基づき前記動き補正手段に対して制御信号を発生する制御信号発生手段と、を具備し、前記制御信号発生手段は、前記動き検出手段の出力の位相遅れを補償する位相補償フィルタ処理を有し、前記焦点距離検出手段で検出された焦点距離に基づき、前記位相補償フィルタ処理の位相特性を変えることで前記制御信号発生手段の応答特性を変化させることを特徴とするものである。

【0017】本願の請求項8の発明は、請求項7の画像動き補正装置において、前記制御信号発生手段は、前記焦点距離が短いほど前記位相補償フィルタ処理により位相を進ませる周波数域を低く設定し、前記焦点距離が長いほど前記位相補償フィルタ処理により位相を進ませる周波数域を高く設定することを特徴とするものである。

【0018】本願の請求項9の発明は、手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段と、前記撮像装置に設けられ、少なくとも変倍部又は焦点調節部を含む複数のレンズ群を有し、被写体を撮像面に結像する撮像光学系と、前記撮像光学系の焦点距離を検出する焦点距離検出手段と、撮像装置の動きに起因して発生する撮影画像の動きを補正するため前記撮像光学系に配置され、撮像光の光軸を制御する動き補正手段と、前記動き検出手段により得られた撮像装置の動きに関する信号をデジタル信号に変換するA/D変換手段と、前記A/D変換手段により変換された前記撮像装置の動き信号に基づき、前記動き補正手段に対して制御信号を発生する制御信号発生手段と、を具備し、前記制御

信号発生手段は、前記焦点距離検出手段で検出された焦点距離に応じて前記A/D変換手段の変換周期を制御すると共に、前記制御信号を生成する周期を可変とすることを特徴とするものである。

【0019】本願の請求項10の発明は、請求項9の画像動き補正装置において、前記制御信号発生手段は、前記焦点距離が短いほど前記A/D変換手段の変換周期及び前記制御信号の生成周期を短く設定し、前記焦点距離が長いほど前記A/D変換手段の変換周期及び前記制御信号の生成周期を長く設定することを特徴とするものである。

【0020】本願の請求項11の発明は、請求項1～10のいずれか1項の画像動き補正装置において、前記動き補正手段は、可変頂角プリズムであることを特徴とするものである。

【0021】本願の請求項12の発明は、請求項1～10のいずれか1項の画像動き補正装置において、前記動き補正手段は、撮像光学系の光軸に対し直交する2方向に少なくとも1つのレンズを偏芯させるように駆動することを特徴とするものである。

【0022】本願の請求項13の発明は、請求項1～10のいずれか1項の画像動き補正装置において、前記動き補正手段は、前記撮像光学系の光軸に対し直交する2軸を中心に少なくとも1つのレンズを回転駆動することを特徴とするものである。

【0023】本願の請求項14の発明は、請求項1～13のいずれか1項の画像動き補正装置において、前記動き検出手段は、前記撮像装置自体の角速度を検出する角速度センサであることを特徴とするものである。

【0024】本願の請求項15の発明は、請求項1～13のいずれか1項の画像動き補正装置において、前記動き検出手段は、撮影画像から画像の動きベクトルを検出する動きベクトル検出手段であることを特徴とするものである。

【0025】本願の請求項16の発明は、請求項1～10のいずれか1項の画像動き補正装置において、前記制御信号発生手段は、所定のプログラムにより一連の信号処理を実行するマイクロコンピュータであることを特徴とするものである。

【0026】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）本発明の実施の形態1における画像動き補正装置について図面を参照しつつ説明する。図1は本実施の形態の画像動き補正装置の全体構成を示すブロック図である。同図において撮像光学系1は、4つのレンズ群L1、L2、L3、L4からなる撮像光学系であり、レンズ群L2が光軸方向に移動することで変倍動作（ズーミング）を行い、レンズ群L4が光軸方向に移動することで合焦動作（フォーカシング）を行う。またレンズ群L3は、レンズ群L2よりも像面側に配置された2つのレンズ群L31、L32か

らなる。補正光学系であるレンズ群L 3 2が、光軸に直交する面内で移動することで、光軸を偏芯させ、画像の動きを補正する働きをする。

【0027】L 3 2レンズ群駆動制御手段2は、振れ補正用レンズであるレンズ群L 3 2を駆動及び制御する制御手段であり、撮像光学系1の光軸に直交する平面内で、レンズ群L 3 2を上下左右に移動させる。移動量検出手段3はレンズ群L 3 2の実際の移動量を検出する検出手段であり、L 3 2レンズ群駆動制御手段2と共にレンズ群L 3 2を駆動制御するための帰還制御ループを形成している。このようにレンズ群L 3 2とL 3 2レンズ群駆動制御手段2とは、撮像光の光軸を制御する動き補正手段を構成している。

【0028】撮像光学系駆動制御手段4は、撮像光学系1中のレンズ群L 2、L 4を駆動制御し、ズーミング及び合焦動作を行うと共に、撮像光学系1の焦点距離情報を出力する焦点距離検出手段の機能も有している。A/D変換手段5は、撮像光学系駆動制御手段4から出力される撮像光学系1の焦点距離情報をデジタル信号に変換し、マイクロコンピュータ15に与える変換手段である。

【0029】固体撮像素子6は、撮像光学系1を介して入射する映像を電気信号に変換する撮像素子である。アナログ信号処理手段7は、固体撮像素子6により得られた映像信号に対し、ガンマ処理等のアナログ信号処理を施す処理手段である。A/D変換手段8は、アナログ信号処理手段7から出力されたアナログの映像信号をデジタルの映像信号に変換する変換手段である。デジタル信号処理手段9は、A/D変換手段8によりデジタル信号に変換された映像信号に対して、ノイズ除去や輪郭強調等のデジタル信号処理を施す信号処理手段である。

【0030】角速度センサ10は、撮像光学系1を含む撮像装置自体の動きを検出するためのセンサであり、撮像装置が静止している状態での出力を基準に、撮像装置の動きの方向により正負両方向の角速度信号を出力する。角速度センサ10は、ヨーイング及びピッチングの2方向の動きを検出するセンサであり、2組設けられている。図1では1方向分のみを図示する。このように角速度センサ10は、手振れ及びその他の振動による撮像装置の動きを検出する動き検出手段の機能を有している。

【0031】HPF 11は角速度センサ10の出力に含まれる不要帯域成分中の直流ドリフト成分を除去する高域通過フィルタである。LPF 12は角速度センサ10の出力に含まれる不要帯域成分中のセンサの共振周波数成分や、ノイズ成分を除去する低域通過フィルタである。アンプ13は、角速度センサ10の出力の信号レベルの調整を行う回路である。A/D変換手段14はアンプ13の出力信号をデジタル信号に変換する変換手段であり、その出力はマイクロコンピュータ15に与えられ

る。

【0032】マイクロコンピュータ15は、A/D変換手段14を介して取り込んだ角速度センサ10の出力信号に対し、フィルタリング、積分処理、位相補償、ゲイン調整、クリップ処理等を施し、動き補正に必要なレンズ群L 3 2の駆動制御量（以下、制御信号という）を求める制御信号発生手段である。この制御信号はD/A変換手段16を介してL 3 2レンズ群駆動制御手段2に出力される。L 3 2レンズ群駆動制御手段2は制御信号に基づきレンズ群L 3 2を駆動することで、画像の動きを補正する。固体撮像素子駆動制御手段17は固体撮像素子6を駆動及び制御するための制御手段である。

【0033】図2は、レンズ群L 3 2を撮像光学系1内で光軸に直交する方向に駆動制御する振れ補正光学機構の一例を示した斜視図である。本図において、レンズ群21は、振れ補正用レンズとして動作するレンズ群L 3 2である。主軸22、23は、レンズ群21を含む可動部分を夫々ピッチ方向及びヨー方向に移動させるためのスライド軸である。回り止め24は、レンズ群21の片方をピッチ方向に摺動自在に保持すると共に、レンズ群21の回転を防止する軸である。マグネット25はヨーク27と共に磁気回路を構成し、コイル29に対して磁束を与え、ピッチ方向に電磁力を与える作用をする。同様に、マグネット26はヨーク28と共に磁気回路を構成し、コイル30に対して磁束を与え、ヨー方向に電磁力を与える作用をする。マグネット25、26、ヨーク27、28、コイル29、30は、可動部を駆動する電磁アクチュエータを構成している。

【0034】PSD 31、32は投光ビームの位置を検出する半導体位置検出素子である。LED 33、34は光りビームをPSDに投光する赤外発光ダイオードである。PSD 31とLED 33は、可動部のピッチ方向の位置検出を行い、図1の移動量検出手段3の機能を有している。同様にPSD 32とLED 34は、可動部のヨー方向の位置検出をする移動量検出手段の機能を有している。

【0035】以上のように構成された画像動き補正装置の動作について説明する。図3はマイクロコンピュータ15に格納された処理プログラムのフローチャートである。図示しない手振れ補正スイッチをオンにすると、図3に示した一連の処理が開始される。なお、1回の処理ループはマイクロコンピュータ15に内蔵されたタイマーにより一定周期で割り込みがかけられ、その割り込み毎、例えば1msec毎にループ処理が実行されるものとする。

【0036】まず手振れ補正スイッチがオンになると、ステップ101においてフィルタリング、積分処理、位相補償、ゲイン調整、クリップ処理で用いる設定値を初期値に設定する。尚、マイクロコンピュータ15のフィルタリングとは、低域遮断処理（以下、HPF処理とい

う)と、高域遮断処理(以下、LPF処理という)を意味し、その伝達関数が撮像光学系1の焦点距離に応じて設定されることが図1のHPF11とLPF12の機能と異なる。即ち、ステップ101では、HPF処理とLPF処理に対して夫々のカットオフ周波数を初期値に設定し、積分定数、位相補償帯域、ゲイン、クリップ値を初期値に設定する。

【0037】タイマーによる割り込みがかかると、まずステップ102により角速度センサ10の出力、つまり撮像装置の動きを角速度としてマイクロコンピュータ15が取り込む。この際、A/D変換手段14が角速度センサ10の出力をデジタル信号に変換する周期は、マイクロコンピュータ15の1回の処理周期に同期させる。続いてステップ103においては、撮像光学系駆動制御手段4により撮像光学系1の焦点距離を検出する。ステップ104では、ステップ103で検出された焦点距離に応じてステップ105で用いるHPF処理のカットオフ周波数を決定する。

【0038】ステップ105では、角速度センサ10の出力に対してHPF処理により帯域制限を行う。本ステップのHPF処理は、角速度センサ10の出力に含まれる温度ドリフトのような低周波の不要信号成分を除去するものである。このHPF処理における伝達関数は、 $(1 - Z^{-1}) / (1 - a \cdot Z^{-1})$ で表される1次フィルタの特性を有している。ステップ101又はステップ104で設定されたカットオフ周波数に応じて、このフィルタ係数 a ($0 < a < 1$) を変更し、フィルタの通過帯域(カットオフ周波数)を変える。

【0039】ステップ106では、ステップ105による低域除去後の角速度センサ10の出力に対し、LPF処理により帯域制限を行う。本ステップのLPF処理は、角速度センサ10の出力に含まれる高周波ノイズのような不要信号成分を除去するものである。このLPF処理における伝達関数は、 $(1 + Z^{-1}) / (1 - b \cdot Z^{-1})$ で表される1次フィルタの特性を有している。ステップ101で設定されたカットオフ周波数に応じて、このフィルタ係数 b ($0 < b < 1$) を変更し、フィルタの通過帯域(カットオフ周波数)を変える。

【0040】ステップ107では、ステップ106によるフィルタリング後の角速度センサ10の出力に対して積分処理を行い、角速度から角度を求める。本ステップの処理における伝達関数は、 $1 / (1 - K \cdot Z^{-1})$ の特性を有するものとする。尚、 K は積分定数であり、 $0 < K < 1$ とする。この積分定数 K の値を変更することで、積分処理の時定数を操作することができる。

【0041】ステップ108では、ステップ107を経た信号の位相特性を改善する。この処理は、角速度センサ10の出力に対して、HPF11、LPF12、ステップ105及びステップ106による各種フィルタリング処理による信号の位相変化を新たに調整するためのも

のである。ここでの位相補償は、伝達関数が $(c - d \cdot Z^{-1}) / (e - g \cdot Z^{-1})$ の特性を用いたものであり、係数 c 、 d 、 e 、 g を変更することで、位相補償帯域を変更できる。

【0042】ステップ109では、ステップ107で角速度センサ10の出力から求められた撮像装置の動きの角度情報に対してゲイン調整を行う。ステップ110では、マイクロコンピュータ15からL32レンズ群駆動制御手段2に送られる制御信号が、レンズ群L32による動き補正範囲を超える補正量を指示することがないようにクリップ処理を行う。クリップ処理後のデータはD/A変換手段16によりアナログ信号に変換され、L32レンズ群駆動制御手段2に出力される。

【0043】以上のような信号処理において、角速度センサによる角速度検出とレンズ群L32の駆動制御等の一連の動作は、水平及び垂直の両方向に対してなされるが、水平及び垂直両方向ともその内容は同一である。

【0044】前述したように撮影時の手振れによる撮像装置の振れ角は、撮像光学系1の焦点距離には依存しない。よって振れ補正時の補正角度は撮像光学系1の焦点距離に関係せず、その必要補正角度はほぼ一定となる。しかし、振れ補正用レンズ(レンズ群L32)のレンズ移動量に対する振れ補正可能角度が焦点距離に応じて変わるため、撮像光学系1の広角端から望遠端までのすべてのズーム倍率範囲内で同等程度の補正角度を保とうとした場合、振れ補正用レンズ(L32)の移動量を、撮像光学系の焦点距離に応じて変化させる必要がある。その移動量は広角端ほど小さくしなければならない。つまり撮像光学系1の焦点距離が望遠端で、ある一定の補正角度を確保するためのレンズ群L32の移動量を D_t とすると、撮像光学系1を広角側に移動した場合、同じ補正角度を得るために必要なレンズ群L32の移動量は D_t よりも小さくなる。この場合のレンズ群L32を移動させる機構部は、スライド軸と軸受けとの摩擦、及び電磁アクチュエータのコイル等の配線の負荷の影響が大きくなり、制御特性が劣化する。具体的には周波数特性上で、負荷による機構部の位相遅れが顕著となる。これにより手振れ抑圧性能が劣化する。

【0045】図4及び図5は、図2に示した構成でスライド機構による可動部の移動振幅を変えて周波数特性(閉ループ特性)を測定した例である。図4は移動振幅を $\pm 1 \text{ mm}$ 程度とし、図5は移動振幅を 0.1 mm 程度として測定したものである。移動振幅が小さい場合、図5に示されるように 10 Hz で約 10° 程度の位相遅れが発生することが判る。

【0046】そこで、撮像光学系1の焦点距離が短く、レンズ群L32の移動量が小さい場合に現れる機構部の位相遅れを補償するために、マイクロコンピュータ15は信号処理に際して発生する位相遅れ要因を減じ、系全体での位相特性を改善する。このような機構部で発生す

る位相遅れ分を補償するための措置として、角速度センサ 10 の出力に対し、HPF 処理のカットオフ周波数を焦点距離に応じて変更するのである。このことについて以下に詳細を説明する。

【0047】マイクロコンピュータ 15 は、その内部に撮像光学系 1 の焦点距離と HPF 処理のカットオフ周波数の関係を規定する関係式又はテーブルを有している。この関係式又はテーブルにより焦点距離から最適な HPF 処理のカットオフ周波数を決定する。そして初期値に設定されていた HPF 処理のカットオフ周波数の設定値を、新たに決定された値に変更する。この場合に焦点距離が短いほど、機構部で発生する位相遅れ分が大きくなるため、機構部の位相遅れを解消するように HPF 処理のカットオフ周波数を変更する。例えば手振れの補正の場合、補正すべき振れの周波数はせいぜい 20 Hz 以下であるため、20 Hz 以下での位相進み分が増大するように HPF 処理のカットオフ周波数を変更する。マイクロコンピュータ 15 には、設定されたカットオフ周波数とフィルタ係数 a との関係を規定する関係式又はテーブルが設けられているので、この関係式又はテーブルに則り、カットオフ周波数からフィルタ係数 a を決定し、角速度センサ 10 の出力に対し帯域制限を行う。

【0048】図 6 は、図 3 に示したステップ 104 におけるカットオフ周波数決定方法の一例を示す説明図である。同図に示した例では、焦点距離の最小値（最広角側： f_{min} ）から、予め決定しておいた焦点距離 f_1 までは、ステップ 105 の HPF 処理のカットオフ周波数を f_{ch1} にし、焦点距離 f_2 から焦点距離の最大値（最望遠側： f_{max} ）まではカットオフ周波数を f_{ch2} にし、 f_1 から f_2 まではカットオフ周波数を連続的に変化させるようにしたものである。

【0049】このように撮像光学系 1 の焦点距離に合わせてステップ 105 の HPF 処理のカットオフ周波数を変更することで、機構部の負荷の影響がもとで増大する系全体の位相遅れを低減し、動き補正特性を改善することができる。

【0050】なお、図 6 において $f_1=f_{min}$ 、 $f_2=f_{max}$ とする方法や、 $f_1=f_2$ としてカットオフ周波数を 2 値に限定する方法や、多段階でカットオフ周波数を変更する方法も考えられる。また図 7 に示すように非線形にカットオフ周波数を変更する例も考えられる。

【0051】以上のように本実施の形態 1 では、角速度センサ 10 の出力に含まれる低周波成分を除去する HPF 処理を設け、撮像光学系 1 の焦点距離に応じてこの HPF 処理のカットオフ周波数を変えることで、レンズ群 L32 の移動量が小さい場合の位相遅れを低減することができる。こうして動き補正特性を改善し、焦点距離によらず良好な手振れ補正を実現することができた。

【0052】（実施の形態 2）次に本発明の実施の形態 2 における画像動き補正装置について説明する。本実施

の形態の画像動き補正装置は、実施の形態 1 に対してマイクロコンピュータ 15 内での一部の処理内容のみが異なるものである。このため画像動き補正装置の動作として、マイクロコンピュータ 15 に格納された処理プログラムについて図 8 を用いて説明する。尚、実施の形態 1 と同様の処理内容部分に関しては図 1 と同一のステップ番号を付し、それらのステップの動作説明は省略する。

【0053】図 8 において、マイクロコンピュータ 15 内蔵のタイマーによる割り込み毎に、ループ処理が実行されるものとする。ステップ 204 では、ステップ 103 における焦点距離の検出結果に基づき、ステップ 106 の低域通過フィルタ処理（LPF 処理）で用いるカットオフ周波数を決める。ステップ 106 では、ステップ 204 において決められたカットオフ周波数の LPF 処理に基づいて、角速度センサ 10 の出力に対して帯域制限を行う。

【0054】ここでステップ 204 を中心とする動作を詳細に説明する。マイクロコンピュータ 15 は、その内部に撮像光学系 1 の焦点距離とカットオフ周波数との関係を規定する関係式又はテーブルを有している。この関係式又はテーブルを用いて、撮像光学系 1 の焦点距離から最適なカットオフ周波数を決定する。そして、ステップ 101 で初期値に設定されていたカットオフ周波数の設定値を、本ステップで決定された値に変更する。この場合、焦点距離が短いほど機構部で発生する位相遅れ分が大きくなるため、LPF 処理による位相変化が機構部の位相遅れを解消するようにカットオフ周波数を変更する。例えば手振れの補正の場合、補正すべき振れの周波数はせいぜい 20 Hz 以下であるため、20 Hz 以下での位相遅れ分が低減するように LPF 処理のカットオフ周波数を変更する。ステップ 106 では、設定されたカットオフ周波数とフィルタ係数 b との関係を規定する関係式又はテーブルを用いて、カットオフ周波数から b を決定し、帯域制限を行う。

【0055】図 9 は、図 8 に示したステップ 204 におけるカットオフ周波数決定方法の一例を示す説明図である。同図に示した例では、焦点距離の最小値（最広角側： f_{min} ）から、予め決定しておいた焦点距離 f_1 までは、LPF 処理のカットオフ周波数を f_{cl2} にし、焦点距離 f_2 から焦点距離の最大値（最望遠側： f_{max} ）までは、カットオフ周波数を f_{cl1} にし、 f_1 から f_2 まではカットオフ周波数を連続的に変化させるようにしたものである。このように撮像光学系 1 の焦点距離に合わせて LPF 処理のカットオフ周波数を変更することで、レンズ群 L32 の移動量が小さい場合の位相遅れを低減し、動き補正特性を改善することができる。

【0056】尚、図 9 において $f_1=f_{min}$ 、 $f_2=f_{max}$ とする方法や、 $f_1=f_2$ としてカットオフ周波数を 2 値に限定する方法や、多段階でカットオフ周波数を変更する方法も考えられる。また図 7 と同様に非線形にカットオフ周

波数を変更する例も考えられる。

【0057】以上のように、本実施の形態では、マイクロコンピュータ 15 が、角速度センサ 10 の出力に含まれる高周波成分を除去する低域通過フィルタ (LPF) 処理の機能を有し、撮像光学系 1 の焦点距離に応じてこの LPF 処理のカットオフ周波数を変えることで、レンズ群 L 3 2 の移動量が小さい場合に生じる位相遅れを低減することができる。こうして動き補正特性を改善し、焦点距離によらず良好な手振れ補正を実現することができる。

【0058】(実施の形態 3) 次に本発明の実施の形態 3 における画像動き補正装置について説明する。本実施の形態の画像動き補正装置は、実施の形態 1 又は 2 に対してマイクロコンピュータ 15 内での一部の処理内容のみが異なるものである。このため画像動き補正装置の動作として、マイクロコンピュータ 15 に格納された処理プログラムについて図 10 を用いて説明する。なお、実施の形態 1 又は 2 と同様の処理に関しては図 1 と同一のステップ番号を付し、それらのステップの動作説明は省略する。

【0059】図 10 は、マイクロコンピュータ 15 に格納された処理プログラムのフローチャートの一例である。図 10 に示した処理もマイクロコンピュータ 15 内蔵のタイマーによる割り込み毎に、ループ処理が実行されるものとする。ステップ 304 では、ステップ 103 における焦点距離の検出結果に基づきステップ 107 の積分処理 (積分フィルタ) の積分定数 K を決定する。ステップ 107 では、ステップ 304 において決められた積分定数 K により積分処理を行う。

【0060】ステップ 304 での処理を中心に、以下にその詳細を説明する。マイクロコンピュータ 15 は、その内部に撮像光学系 1 の焦点距離と積分定数 K との関係の規定する関係式又はテーブルを有している。この関係式又はテーブルを用いて撮像光学系 1 の焦点距離から積分定数 K を決定する。そしてステップ 101 で初期値に設定されていた積分定数 K の設定値を、本ステップで決定された値に変更する。この場合、焦点距離が短いほど機構部で発生する位相遅れ分が大きくなるため、積分処理による位相変化が機構部の位相遅れを補償するように積分定数を変更する。例えば手振れの補正の場合、補正すべき振れの周波数はせいぜい 20 Hz 以下であるため、20 Hz 以下での位相遅れ分が低減するように積分処理の積分定数 (時定数) を変更する。

【0061】図 11 は、図 10 に示したステップ 304 における積分定数 K の決定方法の一例を示す説明図である。同図に示した例では、焦点距離の最小値 (最広角側: f_{\min}) から予め決定しておいた焦点距離 f_1 までは、ステップ 107 の積分処理の積分定数を K_2 にし、焦点距離 f_2 から焦点距離の最大値 (最望遠側: f_{\max}) までは積分定数を K_1 にし、 f_1 から f_2 までは積分定数を連続的に変

化させるようにしたものである。

【0062】このように撮像光学系 1 の焦点距離に合わせて、積分処理において用いる積分定数を変更することで、レンズ群 L 3 2 の移動量が小さい場合に生じる位相遅れを低減し、動き補正特性を改善することができる。尚、図 11 において $f_1=f_{\min}$ 、 $f_2=f_{\max}$ とする方法や、 $f_1=f_2$ として積分定数を 2 値に限定する方法も考えられる。また図 7 のように、非線形に積分定数を変更する例も考えられる。

10 【0063】以上のように本実施の形態では、マイクロコンピュータ 15 は、角速度センサ 10 の出力を積分し、角速度を角度に変換する積分手段を有し、撮像光学系 1 の焦点距離に応じて積分手段の積分定数を変えることで、積分処理の時定数を変化させる。そして、レンズ群 L 3 2 の移動量が小さい場合に生じる機構部の負荷の影響がもとで増大する系全体での位相遅れを低減する。こうして、動き補正特性を改善し、焦点距離によらず良好な手振れ補正を実現することができる。

20 【0064】(実施の形態 4) 次に本発明の実施の形態 4 における画像動き補正装置について説明する。本実施の形態の画像動き補正装置は、実施の形態 1 ~ 3 に対してマイクロコンピュータ 15 内での一部の処理内容のみが異なるものである。このため画像動き補正装置の動作として、マイクロコンピュータ 15 に格納された処理プログラムについて図 12 を用いて説明する。なお、実施の形態 1 ~ 3 と同様の処理に関しては図 1 と同一のステップ番号を付し、それらのステップの動作説明は省略する。

30 【0065】図 12 は、マイクロコンピュータ 15 に格納された処理プログラムのフローチャートの一例である。図 12 に示した処理もマイクロコンピュータ 15 内蔵のタイマーによる割り込み毎に、ループ処理が実行されるものとする。ステップ 404 では、ステップ 103 における焦点距離の検出結果に基づき、ステップ 108 の位相補償処理での補償帯域を決定する。ステップ 108 では、ステップ 404 の決定に基づき、ステップ 105 の HPF 処理、ステップ 106 の LPF 処理、ステップ 107 の積分処理を経た角速度センサ 10 の出力に対し、位相補償フィルタにより位相特性の改善を行う。

40 【0066】ステップ 404 での処理を中心に、以下にその詳細を説明する。マイクロコンピュータ 15 は、その内部に撮像光学系 1 の焦点距離と位相補償帯域の規定する関係式又はテーブルを有している。そこでこの関係式又はテーブルにより、焦点距離から位相補償帯域を決定し、ステップ 101 で初期値に設定されていた位相補償帯域の設定値を、本ステップで決定された値に変更する。この場合、焦点距離が短いほど機構部で発生する位相遅れ分が大きくなるため、位相補償処理による位相変化が機構部の位相遅れを補償するように補償帯域を変更する。例えば手振れの補正の場合、補正すべき振

れの周波数はせいぜい 20 Hz 以下であるため、位相補償処理により 20 Hz 以下での位相遅れ分が低減するように変更する。

【0067】図 13 に位相補償フィルタの特性例を示す。図 13 に示した位相補償フィルタの伝達関数は、例えば $(0.08 - 0.047 \cdot Z^{-1}) / (0.038 - 0.045 \cdot Z^{-1})$ で表せるものである。この位相補償フィルタでは、約 8 Hz で 30° 程度位相を進ませることができる。設定された補償帯域とフィルタ係数 c、d、e、g との関係規定する関係式又はテーブルを有し、ステップ 108 ではこの関係式又はテーブルに則り、補償帯域から c、d、e、g を決定する。そして、角速度センサ 10 の出力に対して位相補償を行う。

【0068】以上のように本実施の形態では、マイクロコンピュータ 15 は、ステップ 105 の HPF 処理、ステップ 106 の LPF 処理、ステップ 107 の積分処理を経た角速度センサ 10 の出力に対し、位相補償を行う手段を有している。そして撮像光学系 1 の焦点距離に応じて位相補償フィルタの補償帯域を変えることで、レンズ群 L32 の移動量が小さい場合に生じる位相遅れを低減する。こうして、動き補正特性を改善し、焦点距離によらず良好な手振れ補正を実現することができる。

【0069】（実施の形態 5）次に本発明の実施の形態 5 における画像動き補正装置について説明する。図 14 は本実施の形態における画像動き補正装置の全体構成を示すブロック図である。本実施の形態における画像動き補正装置の構成は、基本的には実施の形態 1 と同様であり、図 14 に示すように A/D 変換手段 18 及びマイクロコンピュータ 15 内での処理内容のみが異なるだけであり、その他のブロックの構成の説明は省略する。A/D 変換手段 18 は、角速度センサ 10 の出力をデジタル信号に変換するための手段であり、その変換周期はマイクロコンピュータ 15 の指令により可変に制御される。

【0070】本実施の形態の画像動き補正装置の動作として、マイクロコンピュータ 15 に格納された処理プログラムを図 15 を用いて説明する。尚図 15 において、これまでの実施の形態と同様の処理内容部分に関しては、同一のステップ番号を付して説明は省略する。ここでの処理もマイクロコンピュータ 15 内蔵のタイマーによる割り込み毎にループ処理が実行されるものとする。

【0071】ステップ 511 では、ステップ 103 における焦点距離の検出結果に基づき、処理フローの実行周期を変化させる。具体的には例えばマイクロコンピュータ 15 に内蔵されたタイマーによる割り込み周期を変え、処理ループの処理周期を可変とする。ステップ 512 では、ステップ 511 で処理フローの実行周期が変更された場合に、その後段の各ステップで実行される各種処理に最適な設定を行う。

【0072】ステップ 511 で処理を中心に、以下にその詳細を説明する。マイクロコンピュータ 15 は、その

内部に撮像光学系 1 の焦点距離と処理フローの実行周期との関係を規定する関係式又はテーブルを有している。この関係式又はテーブルを用いて、撮像光学系 1 の焦点距離から最適な処理フローの実行周期を決定する。そしてこの後、この新たに決定された処理フローの実行周期で、図 15 に示した各処理を実行させる。そしてこれに併せて、A/D 変換手段 18 にも指令を送り、A/D 変換手段 18 による A/D 変換周期も変更する。具体的には、焦点距離が短いほど処理フローの実行周期を速めるものとする。

【0073】このように処理フローの実行周期を速めることは、信号処理におけるサンプリング周波数を上げることとなり、このことによりサンプリングにより生じる無駄時間、即ちサンプリング周期（処理フローの実行周期）が低減できることとなる。よって、制御系全体の遅延時間を低減できるため、焦点距離が短いほど機構部で発生する位相遅れによる影響を緩和することができる。

【0074】ステップ 512 では、処理フローの実行周期の変更が生じても、ステップ 105 の HPF 処理、ステップ 106 の LPF 処理、ステップ 107 の積分処理、ステップ 108 の位相補償処理で用いる各種フィルタの周波数特性が大きく変化しないように各フィルタの係数を求め、これを後段の各ステップで使用する。このことで、処理フローの実行周期が変わっても、制御系全体の特性を維持できる。

【0075】以上のように本実施の形態では、マイクロコンピュータ 15 は、振れ補正用レンズ（L32）を駆動制御するための制御信号を算出する処理フローの実行周期を、撮像光学系 1 の焦点距離に応じて変えるようにしている。こうすることで、レンズ群 L32 の移動量が小さい場合に生じる位相遅れを低減する。こうして動き補正特性を改善し、焦点距離によらず良好な手振れ補正を実現することができる。

【0076】なお、上記の全ての実施の形態のうち、2 つ以上を組み合わせることは容易であり、その場合に組み合わせることにより、レンズ群 L32 の移動量が小さい場合に生じる位相遅れを効果的に低減することができる。こうして動き補正特性を改善し、焦点距離によらず、良好な手振れ補正を実現することができる。

【0077】また、上記全ての実施の形態において、振れを補正するためにレンズ群 L32 を光軸に直交する方向に移動させることで、光軸を偏芯させるようにした。しかしこれに限るものではなく、例えば二枚の硝子板を蛇腹のようなもので接合し、その内部に高屈折率の液体を封入した可変頂角プリズムを用いてもよい。また”ビデオカメラの画振れ防止技術の開発” テレビジョン学会技術報告 Vol. 11, No. 28, pp19 ~24 (1987) に開示されているように、撮像光学系 1 及び固体撮像素子 6 等を、撮像装置の筐体に対し回動自在に支持及び駆動することで、動きを補正する構成でもよい。更に動き補正のため

のレンズ群を、ある回動中心で回転駆動する構成としてもよい。これらいずれ場合も、本願発明は有効である。なぜならば、可変頂角プリズムの場合、内部に封入した液体の粘性抵抗の影響により、微小振幅動作時には図 2 に示したスライド機構と同様に位相特性の遅れが生じるからである。また、撮像光学系 1 及び固体撮像素子 6 等を撮像装置の筐体に回動自在に支持及び駆動することで動きを補正する構成や、動き補正のためのレンズ群の移動を、ある回動中心で回転駆動する方式においても、回動軸と軸受け間の摩擦や配線の負荷により同様の現象が生じるためである。

【0078】また、上記全ての実施の形態において、レンズ群 L 3 2 をスライド軸を介して上下左右に移動可能な機構に組み込む構成としたが、これに限るものではない。例えばレンズ群 L 3 2 を保持枠を介して板ばね状のもので支持する構成も考えられ、この場合も、配線の負荷等の影響により微小振幅動作時には、図 2 に示したスライド機構と同様に位相特性の遅れが生じるので、本願発明の方法は有効となる。

【0079】また、上記全ての実施の形態において、撮像光学系 1 は図 1 及び図 1 4 に示したような 4 つのレンズ群 L 1、L 2、L 3、L 4 からなる構成に限るものではない。振れ補正のためのレンズ移動量が、撮像光学系の焦点距離に依存し、且つその焦点距離が短いほどレンズ移動量が小さくなるような振れ補正光学系を有する撮像光学系ならば、本願発明が有効であることは言うまでもない。

【0080】また、上記全ての実施の形態において、撮像装置の動きを検出する手段として、角速度センサを例に説明したが、これに限るものではない。例えば撮影画像のフィールド間又はフレーム間のパターンマッチングにより画像の動きベクトルを検出する方式を、角速度センサの代わりに用いても何ら差し支えはない。

【0081】また、上記全ての実施の形態において、マイクロコンピュータによるプログラム処理による例を示したが、これに限るものではない。マイクロコンピュータによるプログラム処理を、電子回路等のハードウェアにより実現することが可能であることは言うまでもない。

【0082】また、上記実施の形態 1～4 において、マイクロコンピュータ 15 内で行う各種フィルタリング処理のうち、HPF 処理及び LPF 処理を夫々図 1 の HPF 1 1、LPF 1 2 と一つにまとめる構成も可能であることは言うまでもない。

【0083】また、上記全ての実施の形態において、マイクロコンピュータ 15 内での処理に用いる各種フィルタ（HPF、LPF、積分フィルタ、位相補償フ

ィルタ）の伝達関数はこれらに限られるものではない。同様の効果を奏する異なる伝達関数で表記されるフィルタを用いても、本願発明が有効であることは言うまでもない。

【0084】また、上記全ての実施の形態において、マイクロコンピュータ 15 内での処理に用いる HPF、LPF は 1 次フィルタとしたが、これに限るものではない。2 次以上の高次のフィルタ構成も考えられ、その場合も本願発明が有効であることは言うまでもない。

【0085】また、上記全ての実施の形態においては、撮像装置の固体撮像素子数に関しては特に言及しなかったが、単板式撮像装置、2 板式撮像装置、3 板式撮像装置のいずれの撮像装置においても本発明が有効であることは明らかである。また、固体撮像素子ではなく、撮像管を用いた撮像装置においても同様に本発明が有効であることは明らかである。

【0086】

【発明の効果】請求項 1、2 記載の発明によれば、制御信号発生手段が、動き検出手段の出力に含まれる低周波成分を除去する高域通過フィルタ処理を有しているの

で、撮像光学系の焦点距離に基づき高域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を変えることで、制御信号発生手段の応答特性を変化させることができる。このため、動き補正手段の駆動量が小さい場合でも、負荷の影響による制御特性劣化を緩和できるという効果が得られる。

【0087】また請求項 3、4 記載の発明によれば、制御信号発生手段が、動き検出手段の出力に含まれる高周波成分を除去する低域通過フィルタ処理を有しているの

で、撮像光学系の焦点距離に基づき低域通過フィルタ処理のカットオフ周波数を変えることで、制御信号発生手段の応答特性を変化させることができる。このため、動き補正手段の駆動量が小さい場合でも、負荷の影響による制御特性劣化を緩和できるという効果が得られる。

【0088】また請求項 5、6 記載の発明によれば、制御信号発生手段が、動き検出手段の出力を積分する積分処理を有しているの

で、撮像光学系の焦点距離に基づき積分処理の時定数を変えることで、制御信号発生手段の応答特性を変化させることができる。このため、動き補正手段の駆動量が小さい場合でも、負荷の影響による制御特性劣化を緩和できるという効果が得られる。

【0089】また請求項 7、8 記載の発明によれば、制御信号発生手段が、動き検出手段の出力の位相遅れを補償する位相補償フィルタ処理を有しているの

で、撮像光学系の焦点距離に基づき位相補償フィルタ処理の位相特性を変えることで、制御信号発生手段の応答特性を変化させることができる。このため、動き補正手段の駆動量が小さい場合でも、負荷の影響による制御特性劣化を緩和できるという効果が得られる。

【0090】また請求項 9、10 記載の発明によれば、制御信号発生手段が、焦点距離に応じて A/D 変換手段

による変換周期及び制御信号の生成周期を制御するようにしている。このため、動き補正手段の駆動量が小さい場合でも、負荷の影響による制御特性劣化を緩和できるという効果が得られる。

【0091】以上のように本願の請求項1～16の発明によれば、動き補正手段の駆動量が小さい場合でも、負荷の影響による制御特性劣化を緩和でき、撮像光学系の焦点距離によらず良好な手振れ補正を実現できるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における画像動き補正装置の構成図である。

【図2】各実施の形態の画像動き補正装置に用いられる振れ補正光学機構の斜視図である。

【図3】実施の形態1の画像動き補正装置において、マイクロコンピュータでの処理内容を示すフローチャートである。

【図4】実施の形態1の画像動き補正装置において、振れ補正光学機構の周波数特性（その1）を示す説明図である。

【図5】実施の形態1の画像動き補正装置において、振れ補正光学機構の周波数特性（その2）を示す説明図である。

【図6】実施の形態1の画像動き補正装置において、H P F処理のカットオフ周波数決定方法の一例（その1）を示す説明図である。

【図7】実施の形態1の画像動き補正装置において、H P F処理のカットオフ周波数決定方法の一例（その2）を示す説明図である。

【図8】本発明の実施の形態2の画像動き補正装置において、マイクロコンピュータでの処理内容を示すフローチャートである。

【図9】実施の形態2の画像動き補正装置において、L P F処理のカットオフ周波数決定方法の一例を示す説明図である。

【図10】本発明の実施の形態3の画像動き補正装置において、マイクロコンピュータでの処理内容を示すフローチャートである。

【図11】実施の形態3の画像動き補正装置において、

積分処理の積分定数Kの決定方法の一例を示す説明図である。

【図12】本発明の実施の形態4の画像動き補正装置において、マイクロコンピュータでの処理内容を示すフローチャートである。

【図13】実施の形態4の画像動き補正装置において、位相補償フィルタの周波数特性を示す説明図である。

【図14】本発明の実施の形態5における画像動き補正装置の構成図である。

10 【図15】実施の形態5の画像動き補正装置において、マイクロコンピュータでの処理内容を示すフローチャートである。

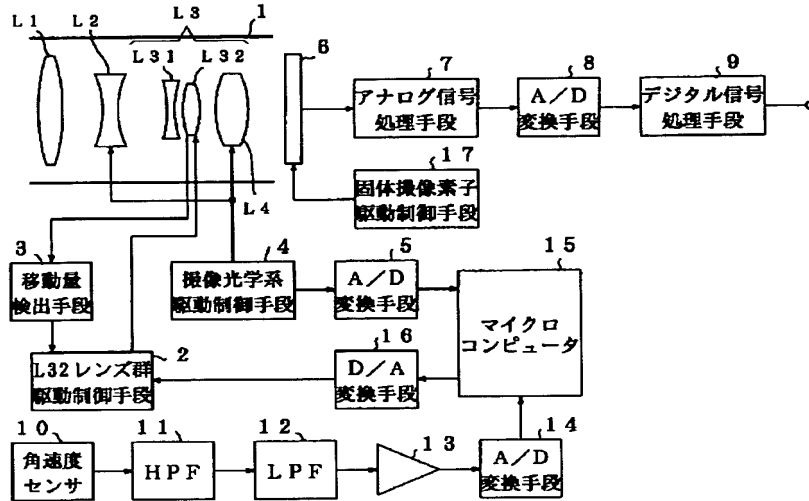
【図16】撮像装置における撮像光学系のレンズ構成図である。

【図17】従来例における振れ補正光学機構の斜視図である。

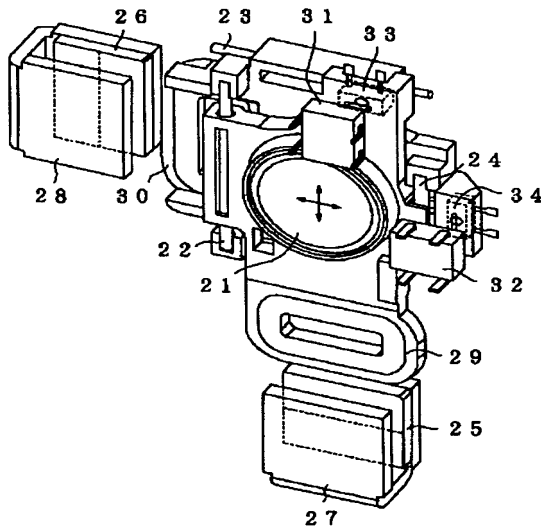
【符号の説明】

- 1 撮像光学系
- 2 L 3 2 レンズ群駆動制御手段
- 3 移動量検出手段
- 4 撮像光学系駆動制御手段
- 5, 8, 14, 18 A/D変換手段
- 6 固体撮像素子
- 7 アナログ信号処理手段
- 9 デジタル信号処理手段
- 10 角速度センサ
- 11 ハイパスフィルタ (H P F)
- 12 ローパスフィルタ (L P F)
- 13 アンブ
- 15 マイクロコンピュータ
- 16 D/A変換手段
- 17 固体撮像素子駆動制御手段
- 25, 26 マグネット
- 27, 28 ヨーク
- 29, 30 コイル
- 31, 32 P S D
- 33, 34 L E D
- L 1, L 2, L 3, L 4 レンズ群

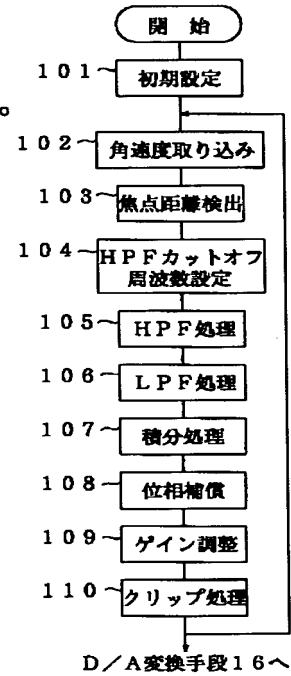
【図 1】



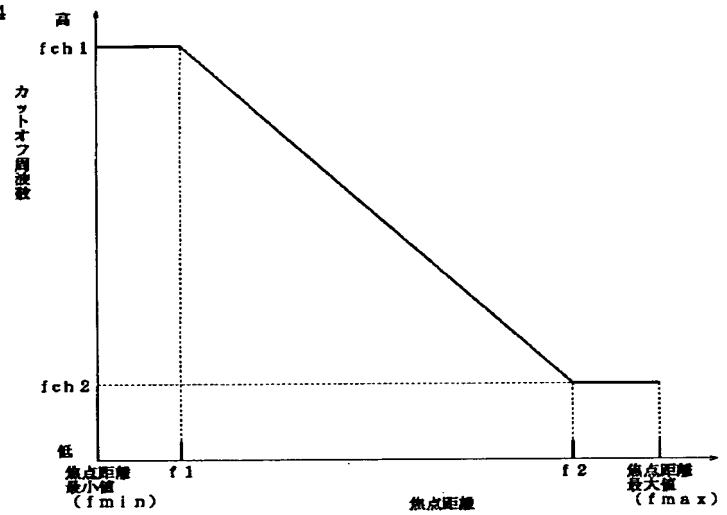
【圖 2】



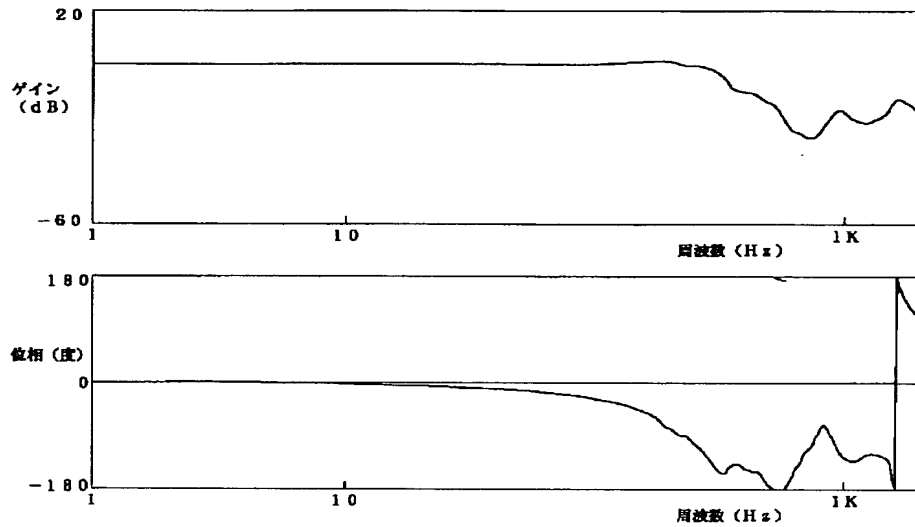
【図 3】



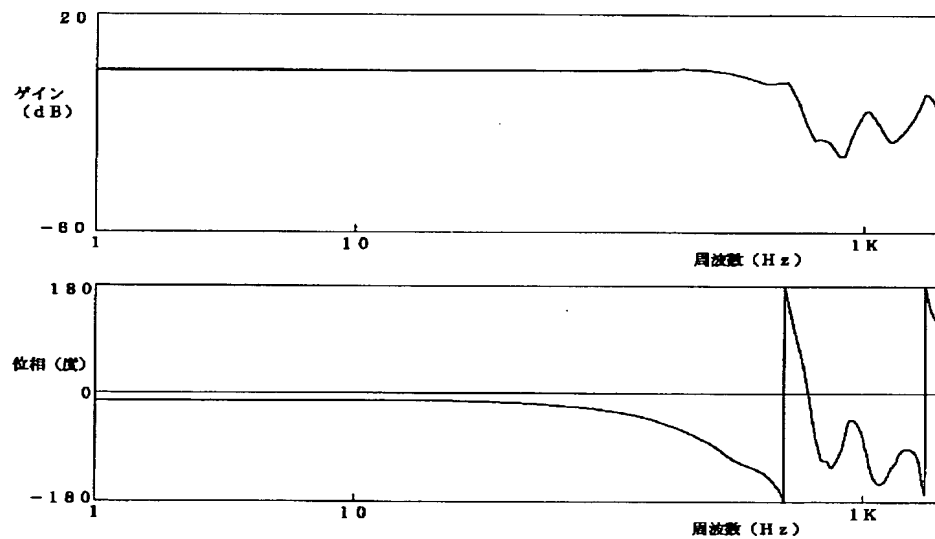
【図 6】



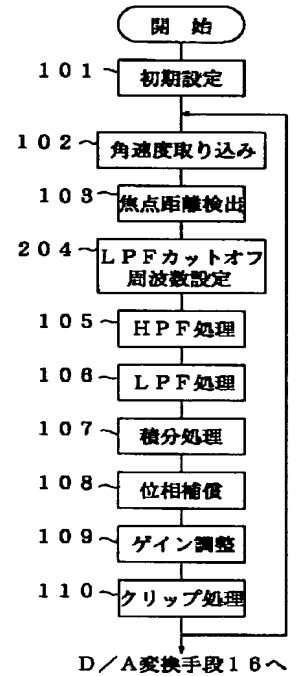
【図 4】



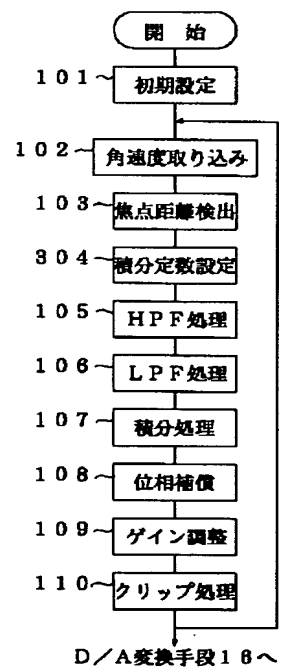
【図 5】



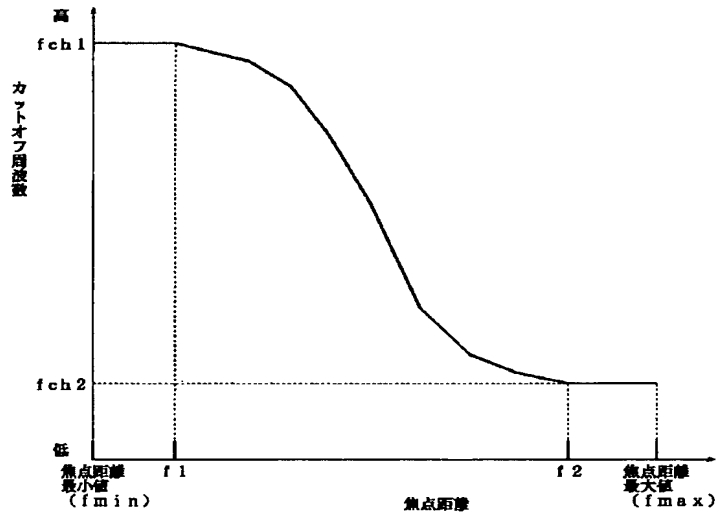
【図 8】



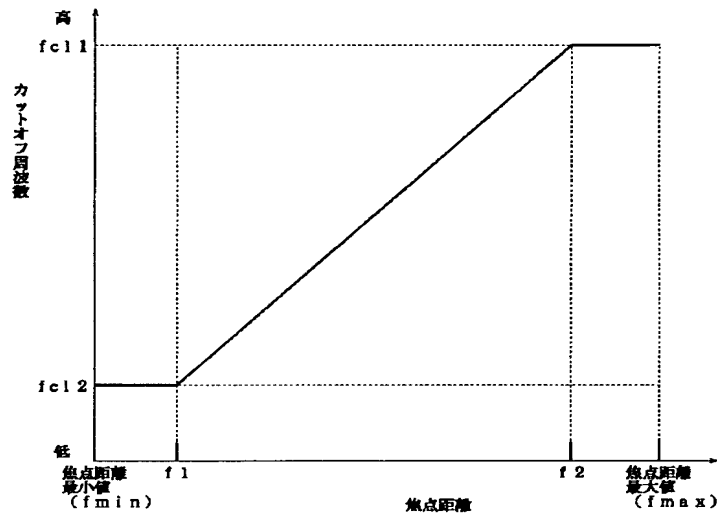
【図 10】



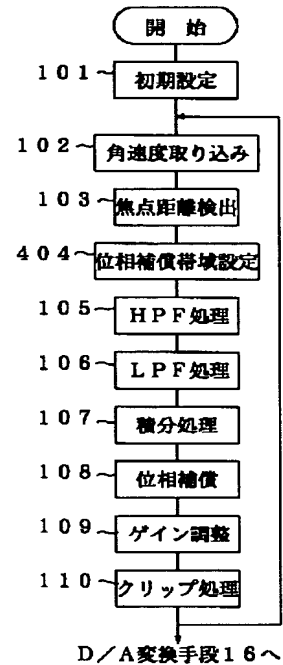
【図 7】



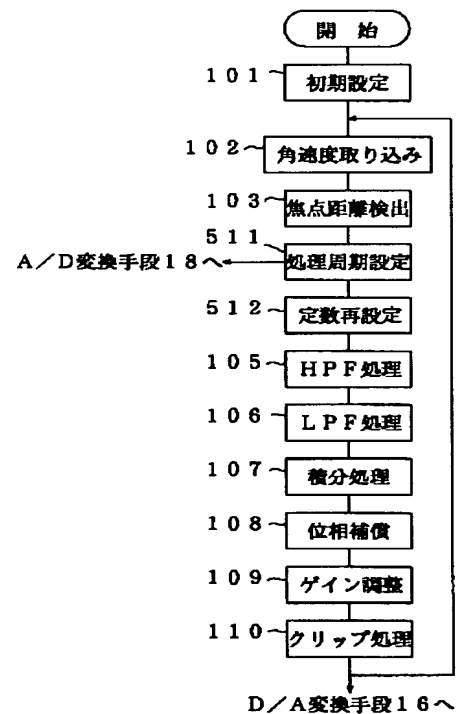
【図 9】



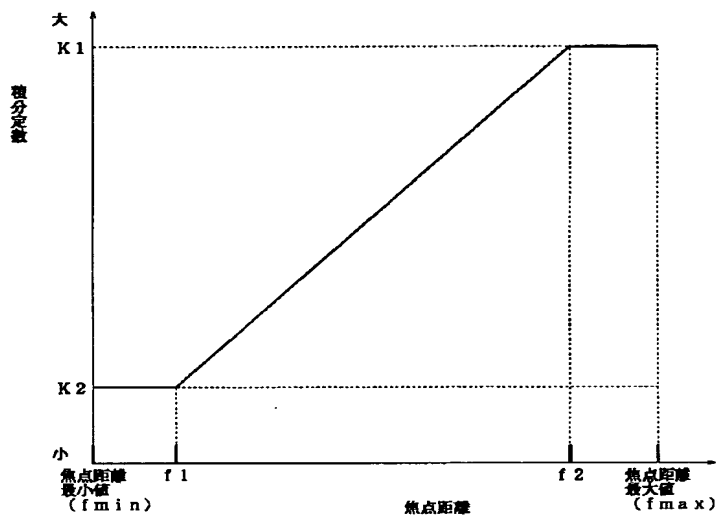
【図 12】



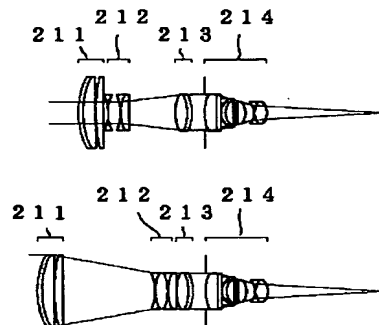
【図 15】



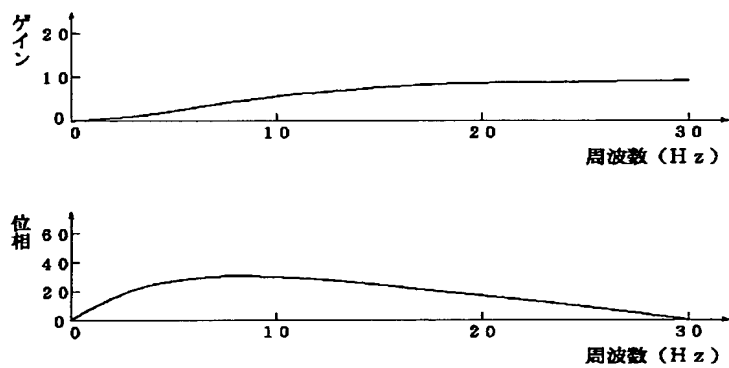
【図 11】



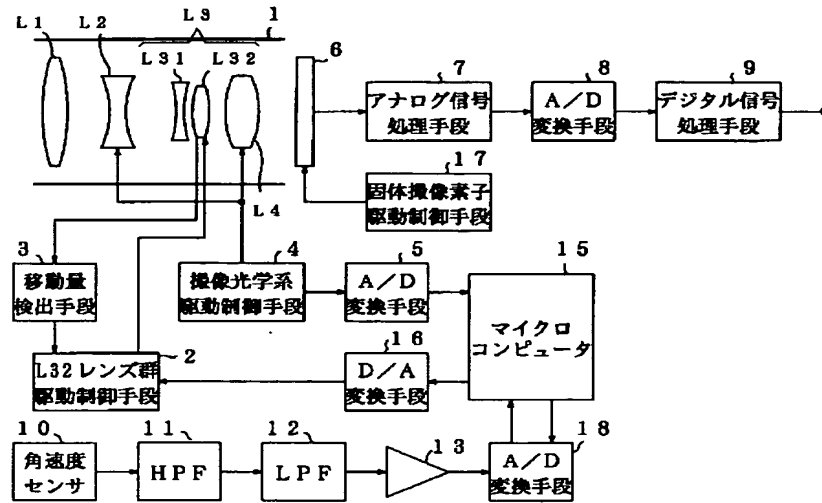
【図 16】



【図 13】



【図 14】



【図 17】

